

10.10.03

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

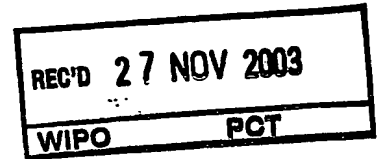
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 1 月 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 2 5 6 7 2
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 2 5 6 7 2]

出 願 人 株式会社村田製作所
Applicant(s):

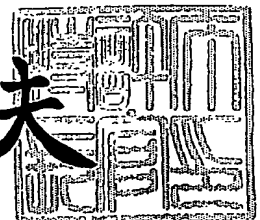


PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 1 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 32-1112

【提出日】 平成14年11月 8日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03H 9/70
H03H 9/25

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号 株式会社村田
製作所内

【氏名】 河村 秀樹

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100080034

【弁理士】

【氏名又は名称】 原 謙三

【電話番号】 06-6351-4384

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003229

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0014717

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分波器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも 1 層の圧電薄膜を有する圧電共振子が、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とが互いに異なる構造を有することを特徴とする分波器。

【請求項 2】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、基板の開口部若しくは凹部上に、互いに異なる絶縁膜を有することを特徴とする請求項 1 に記載の分波器。

【請求項 3】

前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が SiO_2 からなることを特徴とする請求項 2 に記載の分波器。

【請求項 4】

前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に SiO_2 、 Al_2O_3 の 2 層からなることを特徴とする請求項 2 に記載の分波器。

【請求項 5】

前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に SiO_2 、 AlN の 2 層からなることを特徴とする請求項 2 に記載の分波器。

【請求項 6】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に AlN 、 SiO_2 の 2 層からなることを特徴とする請求項 2 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の分波器。

【請求項 7】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に Al_2O_3 、 SiO_2 の2層からなることを特徴とする請求項2ないし5のいずれか1項に記載の分波器。

【請求項 8】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、互いに異なる圧電膜を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の分波器。

【請求項 9】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の圧電膜は AlN からなり、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の圧電膜は ZnO からなることを特徴とする請求項8に記載の分波器。

【請求項 10】

前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、電極の材料が互いに異なることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1項に記載の分波器。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、通信装置等に用いられる、圧電薄膜共振子を有するフィルタを備える分波器に関するものである。

【0002】**【従来の技術】**

近年、弾性バルク波を用いる圧電薄膜フィルタが開発されている。上記圧電薄膜フィルタは、小型かつ軽量であり、耐振性や耐衝撃性に優れ、製品のバラツキが少なく信頼性に富んでおり、回路の無調整化が図れるため、実装の自動化、簡略化が図れ、その上、高周波化を図っても、製造が容易という優れた各特性を有している。

【0003】

また、上記のような圧電薄膜フィルタを備える分波器（デュプレクサ）が提案されている。例えば、特許文献1では、圧電薄膜共振子をラダー型に備えた圧電薄膜フィルタを有する分波器が開示されている。特許文献1における分波器において用いられている圧電共振子は、送信側フィルタと、受信側フィルタとで、共に電極材料がMo、圧電薄膜がAlNで構成されている。

【0004】

【特許文献1】

特開2001-24476号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、分波器において、送信側フィルタと、受信側フィルタとでは求められる特性が異なる。つまり、同じ構造の圧電薄膜共振子は、送信側フィルタと、受信側フィルタとのどちらか一方のみにしか最適化されていない。上記特許文献1では、送信側フィルタ、受信側フィルタの両方が同じ構造を有しているため、送信側、受信側のそれぞれにおいて最適な特性を有する分波器を構成することができないという問題がある。

【0006】

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、送信側フィルタおよび受信側フィルタの構成を最適化した、良好な特性を有する分波器を提供することにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の分波器は、上記の課題を解決するために、少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも1層の圧電薄膜を有する圧電共振子が、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とが互いに異なる構造を有することを特徴としている。

【0008】

また、本発明の分波器は、上記の構成に加えて、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、基板の開口部若しくは凹部上に、互いに異なる絶縁膜を有することが好ましい。

【0009】

上記の構成によれば、送信側フィルタと受信側フィルタとで互いに異なる構造の圧電共振子を有しているので、送信側フィルタおよび受信側フィルタのそれぞれにおいて最適な特性を有する分波器を提供することができる。

【0010】

本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜がSiO₂からなることが好ましい。

【0011】

本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にSiO₂、Al₂O₃の2層からなることが好ましい。

【0012】

本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にSiO₂、AlNの2層からなることが好ましい。

【0013】

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にAlN、SiO₂の2層からなることが好ましい。

【0014】

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にAl₂O₃、SiO₂の2層からなることが好ましい。

【0015】

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、互いに異なる圧電膜を有することが好ましい。

【0016】

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子の圧電膜はA

1 Nからなり、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子の圧電膜はZnOからなることが好ましい。

【0017】

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とは、電極の材料が互いに異なることが好ましい。

【0018】

【発明の実施の形態】

〔実施の形態1〕

本発明の実施の一形態について、図1ないし図4に基づいて説明すれば、以下の通りである。本実施の形態では、送信帯域が1850～1910MHz、受信帯域が1930～1990MHzであるデュプレクサについて説明する。

【0019】

本実施の形態にかかるデュプレクサ（分波器）は、図1に示すように、送信端子1、受信端子2、アンテナ端子3を備えている。上記デュプレクサは、アンテナ端子3と送信側端子1との間に設けられた送信側フィルタ5、アンテナ端子3と受信側端子2との間に設けられた受信側フィルタ6、およびアンテナ端子3と受信側フィルタ6との間に設けられた整合回路7を備えている。つまり、上記デュプレクサは、送信側フィルタ5と該受信側フィルタ6とをアンテナ端子3に並列接続している。また、アンテナ端子3と送信側フィルタ5との間には、キャパシタンス8を備えている。上記送信側フィルタ5と受信側フィルタ6とは、互いに通過帯域が相違するように設定されている。

【0020】

上記送信側フィルタ5は、直列共振子11a、11bおよび並列共振子12a、12bをラダー型に備えている。また、上記並列共振子12a、12bは、インダクタンス13a、13bを介して接地されている。上記インダクタンス13a、13bにより、上記送信側フィルタ5の通過帯域を伸長させることができる。

【0021】

上記受信側フィルタ 6 は、直列共振子 21 a、21 b、21 c および並列共振子 22 a、22 b、22 c、22 d をラダー型に備えている。また、上記並列共振子 22 a、22 b、22 c、22 d は接地されている。

【0022】

上記整合回路 7 は、直列に接続されたインダクタンス 71 と並列に接続されたキャパシタンス 72、73 を備えている。

【0023】

本実施の形態において、上記送信側フィルタ 5 および受信側フィルタ 6 に備えられている各共振子は、圧電材料からなる薄膜（圧電薄膜）と、該圧電薄膜を挟み込むとともに対向している電極とを備える圧電共振子である。

【0024】

以下、送信側フィルタが相対的に低い周波数特性を有し、受信側フィルタが相対的に高い周波数特性を有する場合において、上記送信側フィルタ 5、受信側フィルタ 6 に求められている特性を説明する。

【0025】

送信側フィルタ 5 は、大きな電力が印加される。そのため、該送信側フィルタ 5 に用いられている各共振子は、Q 値が高いことが好ましい。この Q 値は、共振子における機械的な振動の損失を示すものである。この Q 値が小さいと、共振子における機械的な振動の損失が増加するため、この損失が熱となって共振子が発熱し、その結果共振子の短寿命化につながる。さらには、送信側フィルタ 5 の短寿命化にもつながる。上記 Q 値は、共振子の構造にも依存し、さらには共振子に用いられる材料の弾性損失が小さいほど大きくなる。各材料の弾性損失は周波数等にも依存するため、具体的な値について言及することは難しいが、表面波デバイス等でよく用いられる伝搬損失がひとつの目安になる。つまり、共振子の Q 値は、共振子に用いられる材料の伝搬損失が小さいほど大きくなると考えられる。

【0026】

上記送信側フィルタ 5 の各共振子には、熱伝導性の高い材料が用いられることが好ましい。これは、熱伝導性が低いと、放熱性が悪いことにより、共振子が加熱され、共振子の短寿命化につながるからである。

【0027】

上記送信側フィルタ5の各共振子の電気機械結合係数 k^2 （実効的な結合係数 k_{eff}^2 ）は、3～4%程度であることが好ましい。これは、 k_{eff}^2 が小さくても、外部回路（例えば、伸長インダクタンス）によって通過帯域を或る程度低周波側に広げることができるためである。また、上記 k_{eff}^2 は、5%以上になると、高周波側のroll-off特性（送信側の通過帯域1910MHzから受信側の通過帯域1930MHzにかけての減衰の急峻さ）は劣化する。圧電薄膜の材料に k^2 の大きな材料を用いれば、共振子の k_{eff}^2 も大きくなる。また、 k_{eff}^2 は、共振子の構造にも依存する。

【0028】

受信側フィルタ6は、外部回路によって低周波側に通過帯域を広げると、送信側フィルタ5と干渉してしまう。また、外部回路によって高周波側に通過帯域を広げることができない。そのため、受信側フィルタ6では、 k_{eff}^2 の大きな共振子を用いて、外部回路の補助も用いずに所定量のフィルタ帯域を確保する必要がある。

【0029】

上記の特性を有する送信側フィルタ5の圧電共振子、および受信側フィルタ6の圧電共振子の構造について、図2、図3に基づいてより詳細に説明する。

【0030】

図2に示すように、送信側フィルタ5の共振子は、シリコン（Si）からなる支持基板（基板）32、その支持基板32の上に形成されている絶縁膜31を備えている。さらに、支持基板32は、支持基板32を厚さ方向に貫通し、他方の絶縁膜31まで達する開口部（空洞部）を備えている。また、この絶縁膜31上には、順に、下部電極（電極）33、圧電薄膜34、および上部電極（電極）35を備えている。上記絶縁膜31はダイヤフラムを形成している。このダイヤフラムは、上記開口部（空洞部）に面している。

【0031】

また、図3に示すように、受信側フィルタ6の共振子は、シリコン（Si）からなる支持基板（基板）42、その支持基板42上に形成されている絶縁膜41

を備えている。さらに、支持基板42は、支持基板42を厚さ方向に貫通し、絶縁膜41まで達する開口部（空洞部）を備えている。また、この絶縁膜41上には、順に、下部電極43、圧電薄膜44、および上部電極45を備えている。

【0032】

上記絶縁膜41はダイヤフラムを形成している。このダイヤフラムは、上記開口部（空洞部）に面している。

【0033】

本実施の形態では、送信側フィルタ5の各共振子と、受信側フィルタ6の各共振子とで、圧電薄膜の種類を異ならせている。送信側フィルタ5の各共振子の圧電薄膜34にはAlN、絶縁膜31にはSiO₂、下部電極33および上部電極35にはAu/Tiを用いている。また、受信側フィルタ6の各共振子の圧電薄膜45にはZnO、絶縁膜41にはSiO₂、下部電極43および上部電極45にはAu/Tiを用いている。

【0034】

上記送信側フィルタ5の各共振子についてより詳細に説明する。AlNは、ZnOよりも、熱伝導性がよく、弾性損失が小さい。また、電気機械結合係数は小さい（ $k_t=0.23$ 、熱伝導率 $W/(m \cdot ^\circ C)=150$ ）。したがって、送信側フィルタ5の各共振子は、受信側フィルタ6の各共振子よりもQ値が高く、放熱性の良くすることができる。

【0035】

また、上記送信側フィルタ5の各共振子では、SiO₂からなる絶縁膜31を用いているため、AlNからなる圧電薄膜34との温度係数が逆となっている。そのため、圧電薄膜34と絶縁膜31とで互いに温度変化を打ち消し合い、上記送信側フィルタ5の各共振子における温度特性を向上させることができる。

【0036】

また、AlNは、ZnOに比べて音速が大きいため、ZnOを用いた共振子と同等の周波数を得ようとする、ダイヤフラムの膜厚を厚くするか、密度の大きい電極材料を用いる必要がある。AlNの膜厚を厚くした場合には、共振子の容量（C₀）を所定の値にするために上部電極33および下部電極35が重なる部

分（振動部分）の面積を増やすことになり、素子サイズが大きくなる。一方で、必要がある。ただし、上部電極 33 および下部電極 35 の少なくとも一方に、密度が 8 g/cm^3 以上の金属（例えば、Au: 19.3、Pt: 21.45、Ni: 8.9、Mo: 10.4 等）と用いることにより、上部電極 33 あるいは下部電極 35 の面積を増やすことなく所定の周波数を得ることができる。

【0037】

上記受信側フィルタ 6 の各共振子についてより詳細に説明する。ZnO は、AlN よりも電気機械結合係数 $k_t = 0.30$ が大きい。したがって、受信側フィルタ 6 の各共振子では、 k_{eff}^2 を大きくすることができる。なお、ZnO は、AlN よりも熱伝送率は低い（熱伝導率 $W/(m \cdot ^\circ\text{C}) = 4$ ）。

【0038】

また、上記受信側フィルタ 6 の各共振子では、 SiO_2 からなる絶縁膜 41 を用いているため、ZnO からなる圧電薄膜 44 との温度係数が逆となっている。そのため、圧電薄膜 44 と絶縁膜 41 とで互いに温度変化を打ち消し合い、上記受信側フィルタ 6 の各共振子における温度特性を向上させることができる。

【0039】

また、上記送信側フィルタ 5 の各共振子では、圧電薄膜 34 に k^2 の小さい AlN を用いているため、前記受信側フィルタに比べ共振子の k_{eff}^2 は小さくなる。この場合、図 1 に示すように送信側フィルタ 5 の並列共振子 12a、12b には、インダクタンス 13a、13b が接続されているので、通過帯域を低域側に広げることができ、所望の帯域幅を得ることができる。

【0040】

〔実施の形態 2〕

本発明の他の実施の形態について図 4 ないし図 8 に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0041】

本実施の形態では、受信側フィルタ 6 の各共振子における絶縁膜 41 が、図 4 に示すように、基板 42 上から順に、絶縁膜 41a、絶縁膜 41b の 2 層からな

っている構成である。

【0042】

本実施の形態では、上記絶縁膜41aを Al_2O_3 、上記絶縁膜41bを SiO_2 とすることが好ましい。この構成では、 ZnO からなる圧電薄膜44と、 SiO_2 からなる絶縁膜41bとでは圧縮応力がかかり、 Al_2O_3 からなる絶縁膜41aでは引っ張り応力がかかる。これにより、ダイヤフラムの強度を安定させることができる。

【0043】

また、本実施の形態では、上記絶縁膜41aを AlN としてもよい。この場合に、 AlN からなる絶縁膜41aと、 SiO_2 からなる絶縁膜41bとの温度係数が逆となっている。そのため、絶縁膜41aと絶縁膜41bとで互いに温度変化を打ち消し合い、上記受信側フィルタ6の各共振子における温度特性を向上させることができる。さらに、 AlN は、 Al_2O_3 よりも熱導電性に優れるため、放熱性を向上させることができる。

【0044】

上記の構成では、 k_{eff}^2 を大きくすることができる。これは、上記絶縁膜41bの SiO_2 の音響インピーダンスが $1.3 \times 10^7 \text{ (N} \cdot \text{s/m}^3\text{)}$ であり、圧電薄膜44の ZnO ($3.5 \times 10^7 \text{ (N} \cdot \text{s/m}^3\text{)}$)、絶縁膜41aである Al_2O_3 ($3.9 \times 10^7 \text{ (N} \cdot \text{s/m}^3\text{)}$)、 AlN ($3.5 \times 10^7 \text{ (N} \cdot \text{s/m}^3\text{)}$)よりも小さいためである。つまり、圧電薄膜44と絶縁膜41bとの界面での音波の反射が大きく、圧電薄膜44に音波のエネルギーが集中するため、 k_{eff}^2 を大きくすることができる。図5の振動の変位図に示すように、圧電薄膜44の ZnO における振動の変位のほうが、絶縁膜41bの SiO_2 における振動の変位より大きくなっていることがわかる。

【0045】

上記圧電薄膜44、 Al_2O_3 からなる絶縁膜41a、 SiO_2 からなる絶縁膜41bの膜厚は、図6に示すように、 k_{eff}^2 が大きくなるという観点からは、圧電薄膜44の膜厚：(Al_2O_3 からなる絶縁膜41aの膜厚+ SiO_2 からなる絶縁膜41bの膜厚)の膜厚比が、0.7~1.3であることが好ましい。さら

に、図7に示すように、Q値が大きくなるという観点では、0.6～0.8となることが好ましい。また、図8に示すように、周波数温度変化率(TCF)の絶対値が小さくなるという観点では、絶縁膜41a (Al_2O_3) : 絶縁膜41b (SiO_2) が1以上であることが好ましい。ただし、絶縁膜41aの割合が極端に少なくなると応力バランスの問題が生じるため、絶縁膜41a (Al_2O_3) : 絶縁膜41b (SiO_2) が1以上、3以下であることがより好ましい。

【0046】

なお、上記図6～8では、圧電薄膜44にZnO、絶縁膜41aに Al_2O_3 、絶縁膜41bに SiO_2 用いている。また、圧電薄膜44を挟み込む上部電極43、下部電極45にAlを用い、膜厚を180nmとしている。上記の条件で、絶縁膜41b (SiO_2) と絶縁膜41a (Al_2O_3) との膜厚比を3:1～1:3まで変化させたときの計算結果を示している。各膜厚の絶対量は、共振子の周波数帯を1900MHzになるようにすることにより決定している。

【0047】

〔実施の形態3〕

本発明のさらに他の実施の形態について図9ないし図17に基づいて説明すれば、以下の通りである。なお、説明の便宜上、前記実施の形態1および実施の形態2にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

【0048】

本実施の形態では、送信側フィルタ5の各共振子における絶縁膜31が、図9に示すように、基板32上から順に、絶縁膜31a、絶縁膜31bの2層からなる構成である。

【0049】

本実施の形態では、絶縁膜31aを SiO_2 、上記絶縁膜31bをAlNとすることが好ましい。この場合に、AlNは熱伝導性に優れるため、素子の放熱性を向上させることができる。これにより、素子の高耐電力化、長寿命化、信頼性向上を図ることができる。

【0050】

また、本実施の形態では、絶縁膜 31a を SiO_2 、絶縁膜 31b を Al_2O_3 としてもよい。この構成では、 SiO_2 からなる絶縁膜 31a では圧縮応力がかかり、 Al_2O_3 からなる絶縁膜 31b では引っ張り応力がかかる。これにより、ダイヤフラムの強度を安定させることができる。

【0051】

上記の構成では、TCF（周波数温度変化率）の絶対値を小さくすることができる。これは、圧電薄膜 34 あるいは絶縁膜 31b に用いられる ZnO 、 Al_2O_3 、 AlN の温度係数が負である（温度上昇によって周波数が低下する）のに対して、絶縁膜 31a に用いられる SiO_2 の温度係数が正となっているからである。また、図 10 の振動の変位図（ここでは、圧電薄膜 34 に ZnO を用いている）に示すように、圧電薄膜 34 の ZnO における振動の変位が、絶縁膜 31a の SiO_2 の温度係数の影響を強く受け、共振子全体の TCF を正の方向にシフトする（ゼロに近づく）からであると考えられる。

【0052】

上記圧電薄膜 34、 SiO_2 からなる絶縁膜 31a、 Al_2O_3 からなる絶縁膜 31b を用いた場合、絶縁膜 31a、絶縁膜 31b の膜厚は、図 11 および図 12 に示すように、 k_{eff}^2 が大きくなるという観点および Q 値が大きくなるという観点からは、圧電薄膜 34 の膜厚に対する依存が小さく、特に限定されるものではないが、圧電薄膜 34 の膜厚：（ SiO_2 からなる絶縁膜 31a の膜厚 + Al_2O_3 からなる絶縁膜 31b の膜厚）の膜厚比が、0.7～1.2 であることが好ましい。また、図 13 に示すように、周波数温度変化率（TCF）の絶対値が小さくなるという観点では、絶縁膜 31a（ SiO_2 ）：絶縁膜 31b（ Al_2O_3 ）が 1 以上であることが好ましい。ただし、絶縁膜 31a（ SiO_2 ）の割合が極端に少なくなると応力バランスの問題が生じるため、絶縁膜 31a（ SiO_2 ）：絶縁膜 31b（ Al_2O_3 ）が 1 以上、3 以下であることがより好ましい。

【0053】

なお、上記図 11～13 では、圧電薄膜 34 に ZnO 、絶縁膜 31a に SiO_2 、絶縁膜 31b に Al_2O_3 を用いている。また、圧電薄膜 34 を挟み込む上部電極 33、下部電極 35 に Al を用い、膜厚を 180 nm としている。上記の条件

で、絶縁膜 31b (Al_2O_3) と絶縁膜 31a (SiO_2) との膜厚比を 3 : 1 ~ 1 : 3 まで変化させたときの計算結果を示している。各膜厚の絶対量は、共振子の周波数帯を 1900MHz になるようにすることにより決定している。

【0054】

また、図 14 に示すように、受信側フィルタを、2 つの直列共振子と 3 つの並列共振子で構成してもよい。図 15 に示すように、送信側フィルタにおいて送信側端子側に直列に共振子を追加し、整合回路の構成を 2 つの直列のインダクタンスと 1 つの並列のキャパシタンスとし、さらにキャパシタンス 8 を省いてもよい。図 16 に示すように、図 14 における送信側フィルタにおいて、直列共振子をそれぞれ 2 つの直列共振子に置き換えてもよい。

【0055】

また、上記送信側フィルタ 5 および受信側フィルタ 6 における各共振子の変形例を図 17 に基づいて説明する。図 17 に示すように、上記共振子は、基板 52 に形成された凹部 56 上に、その周縁で吊られた絶縁膜 51 を備えている。そして絶縁膜 51 上には、下部電極 53、圧電薄膜 54、上部電極 55 が形成されている。この構成においても、上記の送信側フィルタ 5 および受信側フィルタ 6 における圧電薄膜、絶縁膜の構成を適用することにより、上記と同様の効果を得ることができる。

【0056】

また、送信側フィルタ 5 と、受信側フィルタ 6 との共振子において、材料が同じで、積層順序のみを代えた構成にした場合、同じ成膜装置を使用することができ、コストを削減することができる。

【0057】

ここで、送信側フィルタ 5 において、圧電薄膜 34 に ZnO 、絶縁膜 31a に SiO_2 、絶縁膜 31b に AlN を用いた共振子を使用することにより Q 値が 700、 k_{eff}^2 が 2.9% の特性値を達成することができる。また、受信側フィルタ 6 において、圧電薄膜 44 に ZnO 、絶縁膜 41a に Al_2O_3 、絶縁膜 41b に SiO_2 を用いた共振子を使用することにより、 Q 値が 400、 k_{eff}^2 が 5.3% の特性値を達成することができる。これらの送信側フィルタ 5 と、受信側フ

フィルタ 6 とにおける挿入損失の周波数特性を図 18、19 に示す。これら図 18、19 からわかるように、送信側フィルタ 5 では、並列共振子にインダクタンスを接続しているため、 k_{eff}^2 が小さいにも関わらず帯域幅を低域側に広げることができる。これに対して、受信側フィルタ 6 では、 k_{eff}^2 を大きくしているため、帯域幅を大きくすることができる。図 19 からわかるとおり、3.5 dB 落ちの帯域幅を、送信側フィルタ 5 では 80 MHz、受信側フィルタ 6 では 68 MHz 確保することができる。

【0058】

比較例として、受信側フィルタ 6 において、圧電薄膜 44 に ZnO、絶縁膜 41a に SiO₂、絶縁膜 41b に AlN を用いた共振子を使用することにより、Q 値を 700、 k_2 を 2.9% の特性値とした場合には、図 20、21 に示すように、受信側フィルタ 6 の 3.5 dB 落ちの帯域幅は 36 MHz しか確保することができない。

【0059】

本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【0060】

【発明の効果】

以上のように、本発明の分波器は、少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも 1 層の圧電薄膜を有する圧電共振子が、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、前記送信側フィルタを構成する圧電共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電共振子とが互いに異なる構造を有する構成である。

【0061】

上記の構成によれば、送信側フィルタと受信側フィルタとで互いに異なる構造の圧電共振子を有しているので、送信側フィルタおよび受信側フィルタのそれぞれにおいて最適な特性を有する分波器を提供することができるという効果を奏す

る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の一形態に係るデュプレクサの回路図である。

【図 2】

上記デュプレクサにおける送信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

【図 3】

上記デュプレクサにおける受信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

【図 4】

本発明の実施の他の形態にかかる受信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

【図 5】

図 4 の共振子の一例における各層の振動の変位を示したグラフである。

【図 6】

図 4 の共振子における k^2_{eff} と膜厚比との関係を示すグラフである。

【図 7】

図 4 の共振子における Q 値と膜厚比との関係を示すグラフである。

【図 8】

図 4 の共振子における T C F と膜厚比との関係を示すグラフである。

【図 9】

本発明の実施の他の形態に係る送信側フィルタにおける共振子の構造を示す概略の断面図である。

【図 10】

図 9 の共振子の一例における各層の振動の変位を示したグラフである。

【図 11】

図 9 の共振子における k^2_{eff} と膜厚比との関係を示すグラフである。

【図 12】

図9の共振子におけるQ値と膜厚比との関係を示すグラフである。

【図13】

図9の共振子におけるTCFと膜厚比との関係を示すグラフである。

【図14】

上記デュプレクサの変形例を示す回路図である。

【図15】

上記デュプレクサの他の変形例を示す回路図である。

【図16】

上記デュプレクサのさらに他の変形例を示す回路図である。

【図17】

上記送信側フィルタおよび受信側フィルタにおける共振子の変形例を示す概略の断面図である。

【図18】

本発明の他の実施の形態にかかる送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

【図19】

本発明の他の実施の形態にかかる送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

【図20】

比較例の送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

【図21】

比較例の送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

【符号の説明】

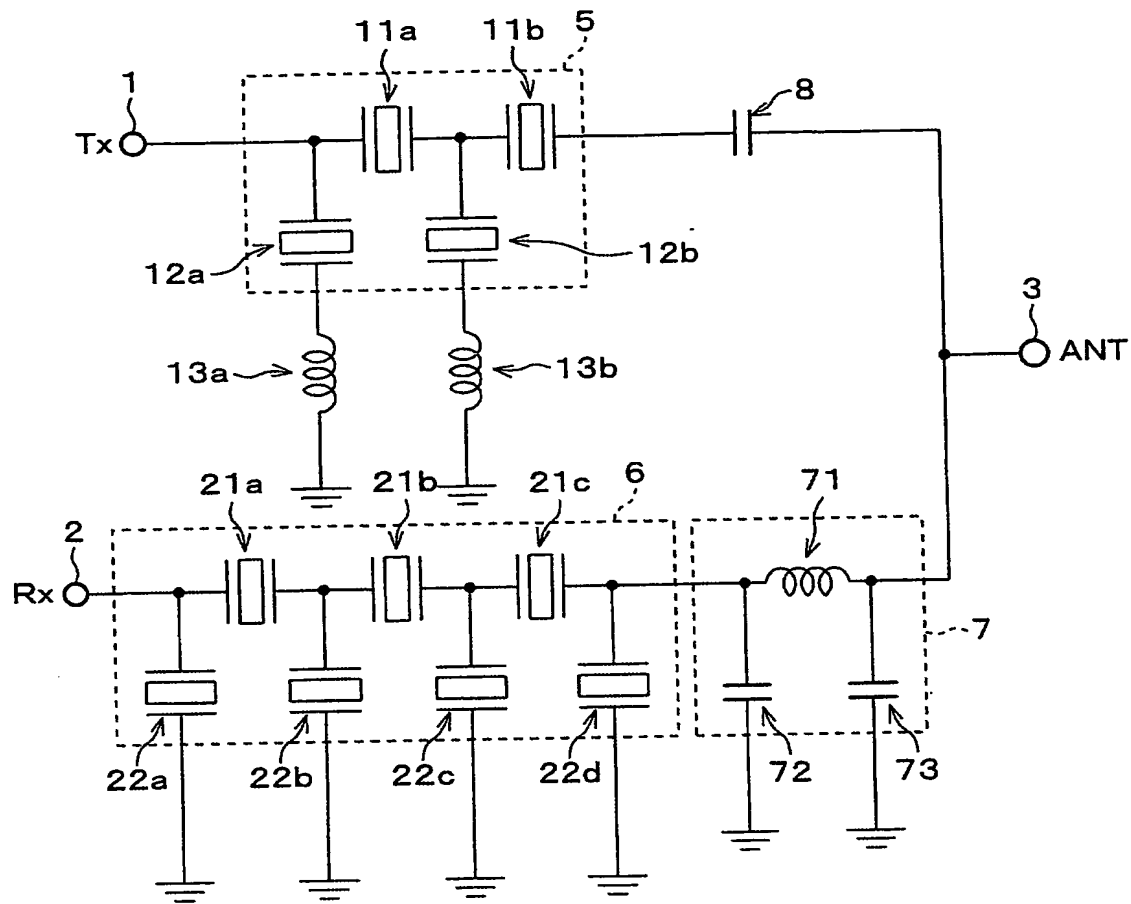
- 1 送信端子
- 2 受信端子
- 3 アンテナ端子
- 5 送信側フィルタ

6 受信側フィルタ

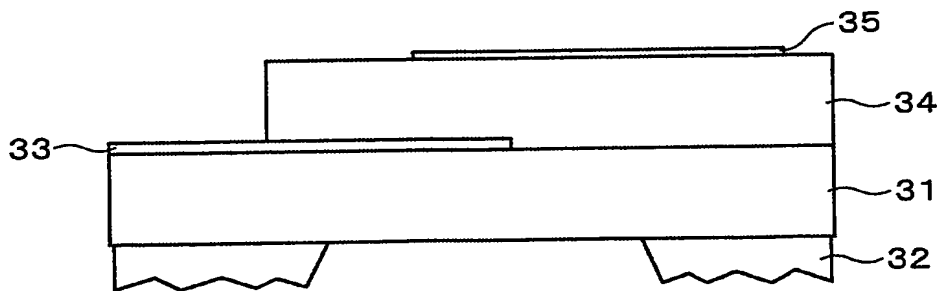
- 11 a、11 b 直列共振子
- 12 a、12 b 並列共振子
- 13 a、13 b インダクタンス
- 21 a～21 c 直列共振子
- 22 a～22 d 並列共振子
- 31 絶縁膜
- 32 支持基板 (基板)
- 33 下部電極 (電極)
- 34 圧電薄膜
- 35 上部電極 (電極)
- 41 絶縁膜
- 42 支持基板 (基板)
- 43 下部電極 (電極)
- 44 圧電薄膜
- 45 上部電極 (電極)

【書類名】 図面

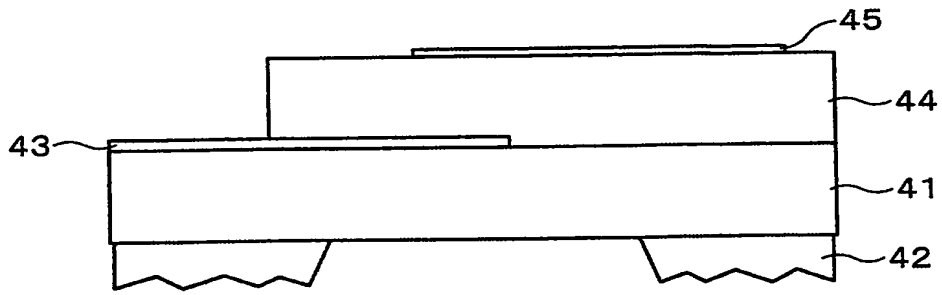
【図 1】



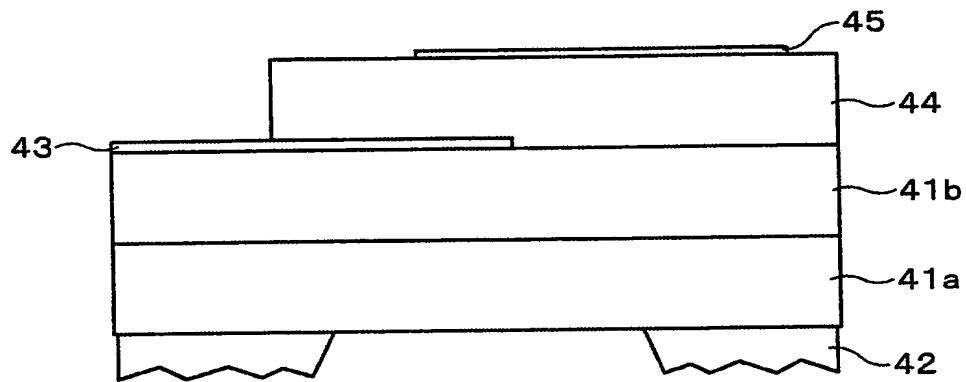
【図 2】



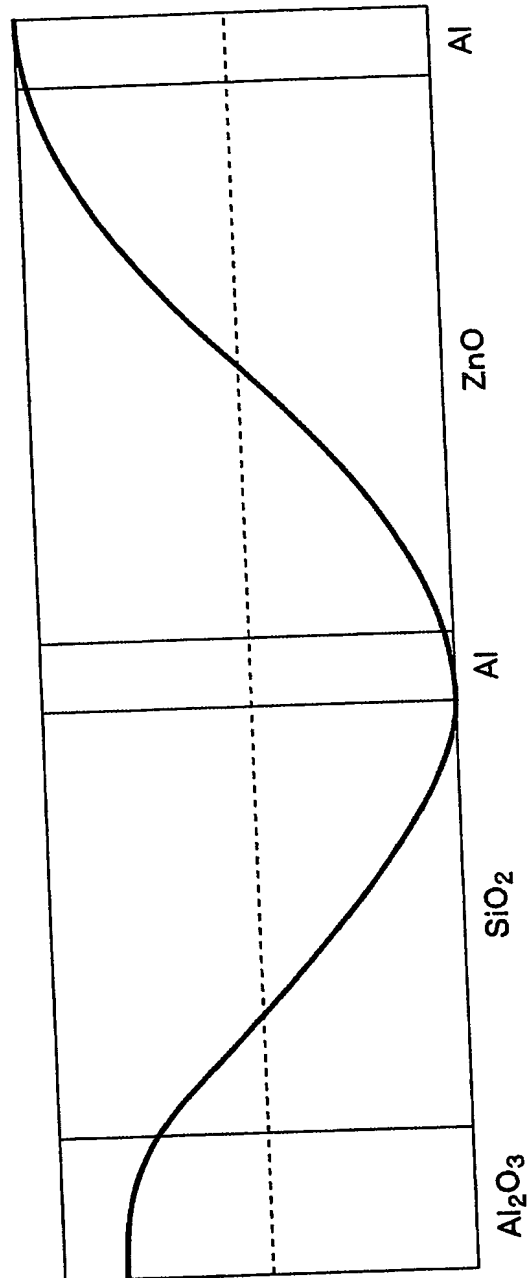
【図 3】



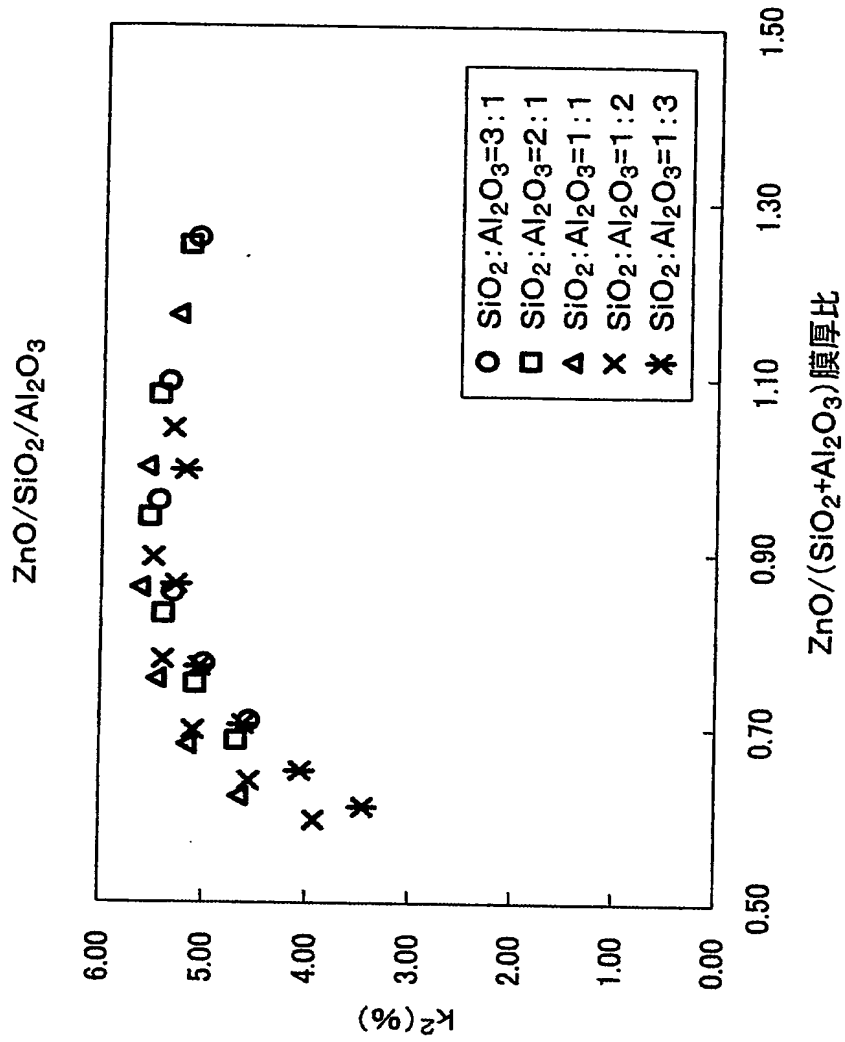
【図 4】



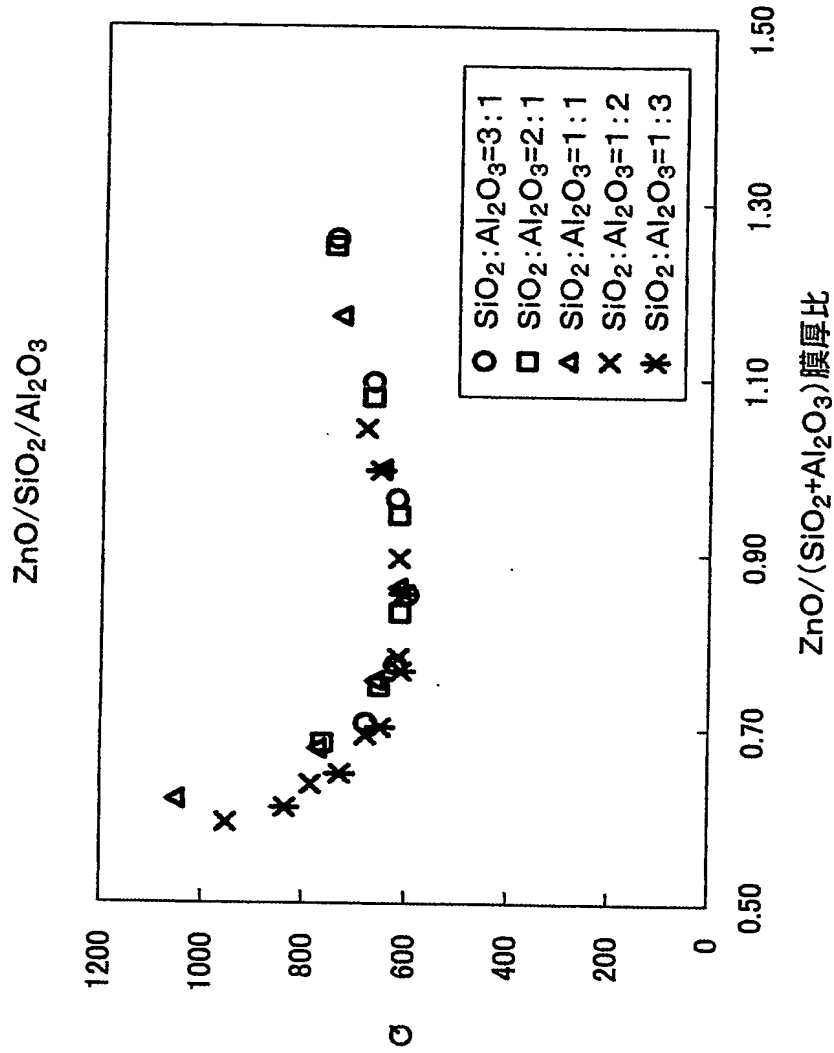
【図5】



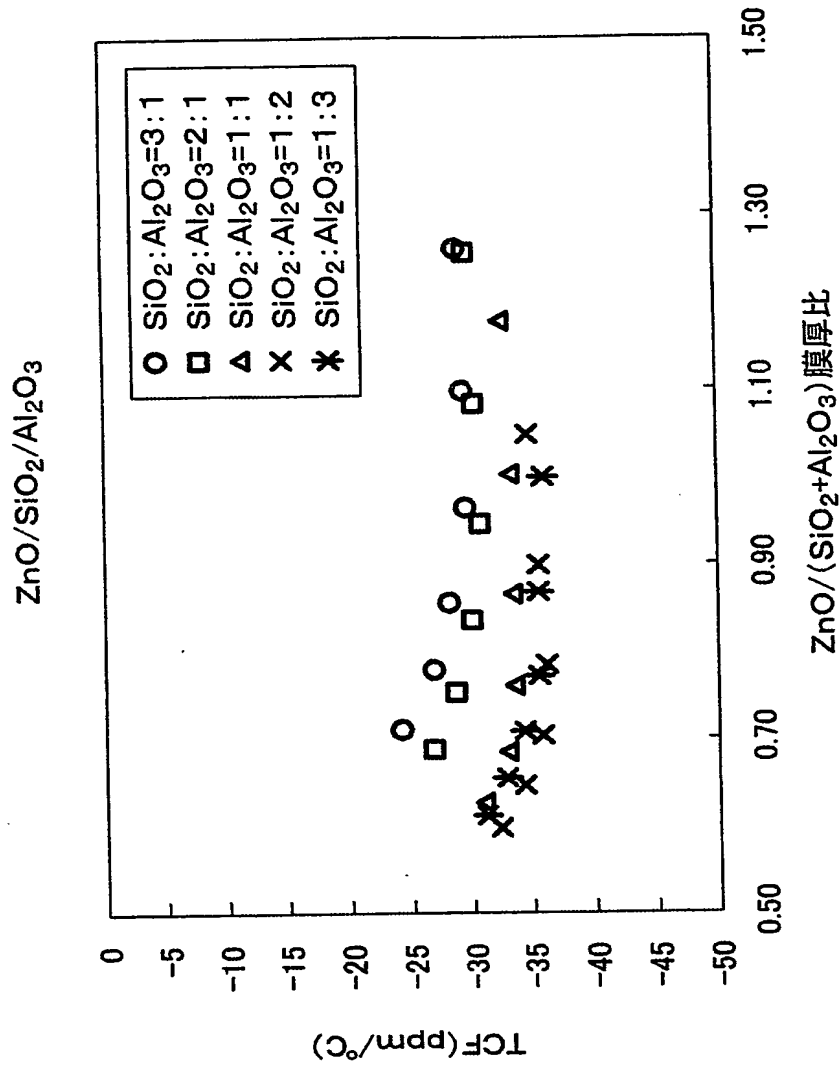
【図6】



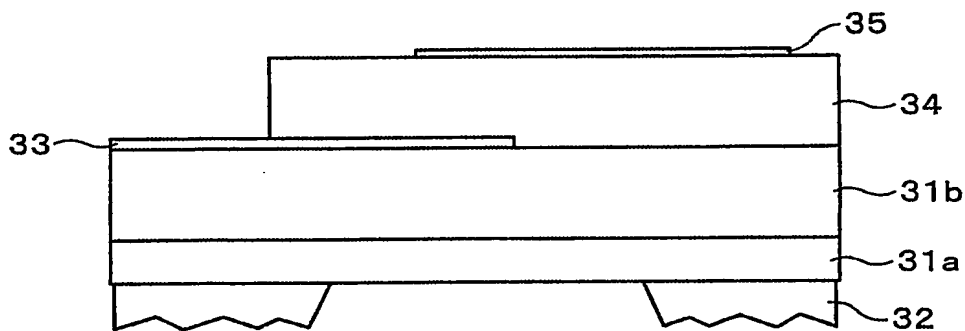
【図 7】



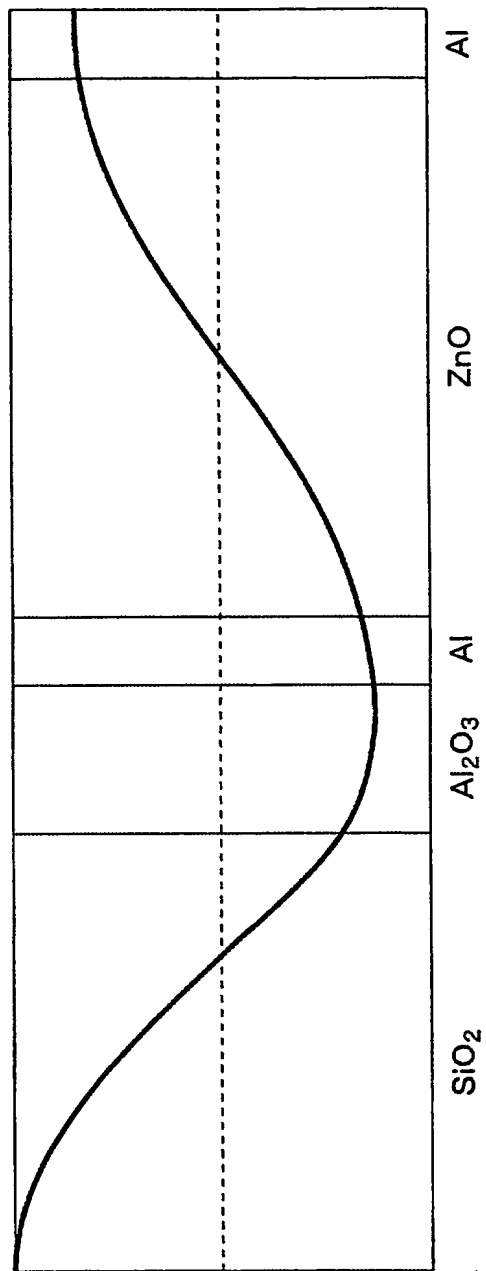
【図 8】



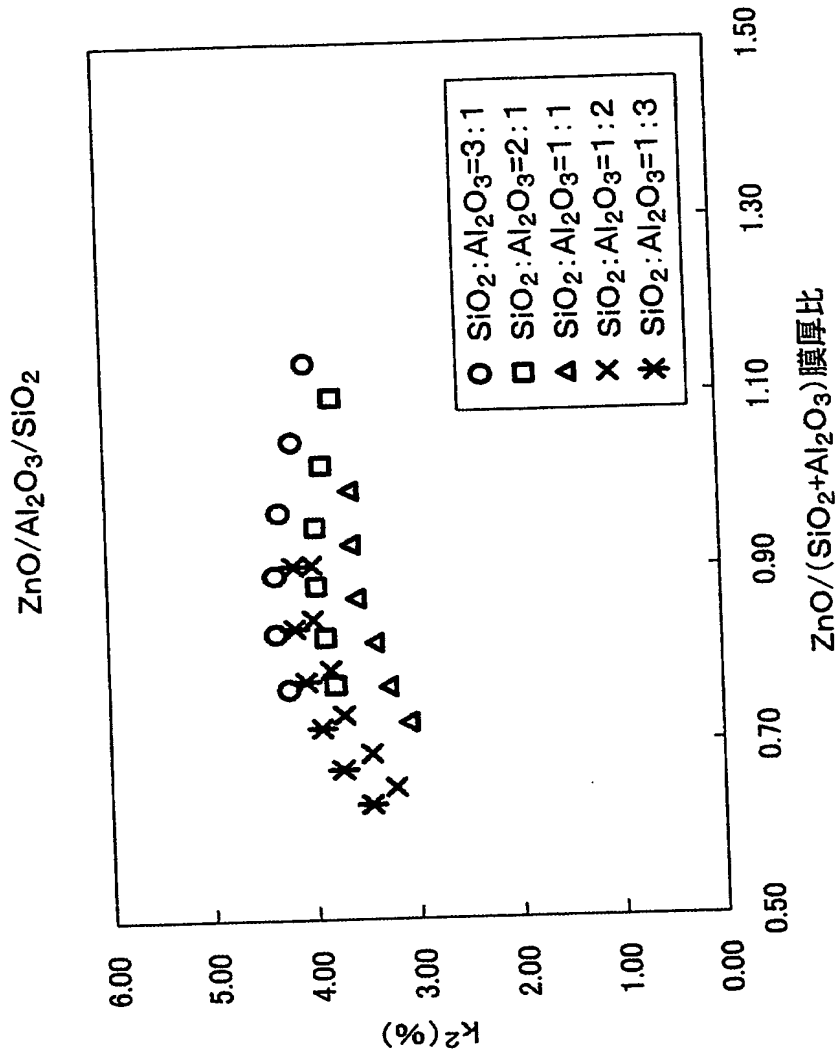
【図 9】



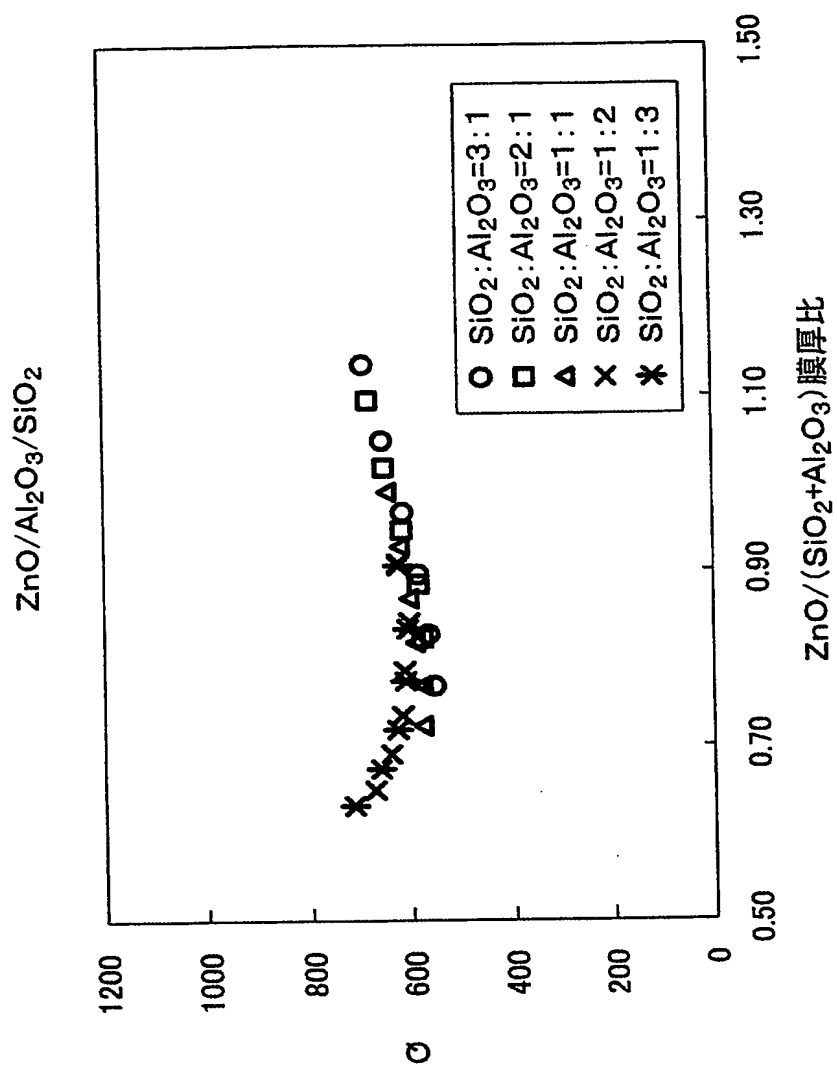
【図 10】



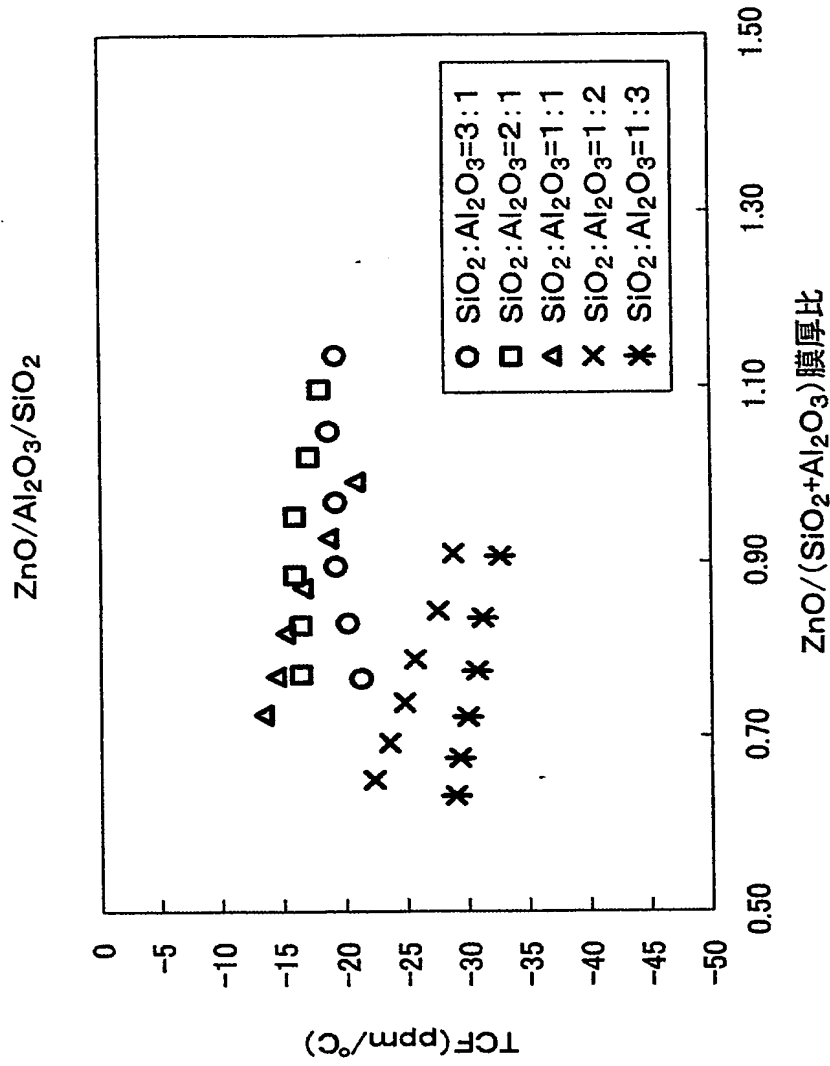
【図 11】



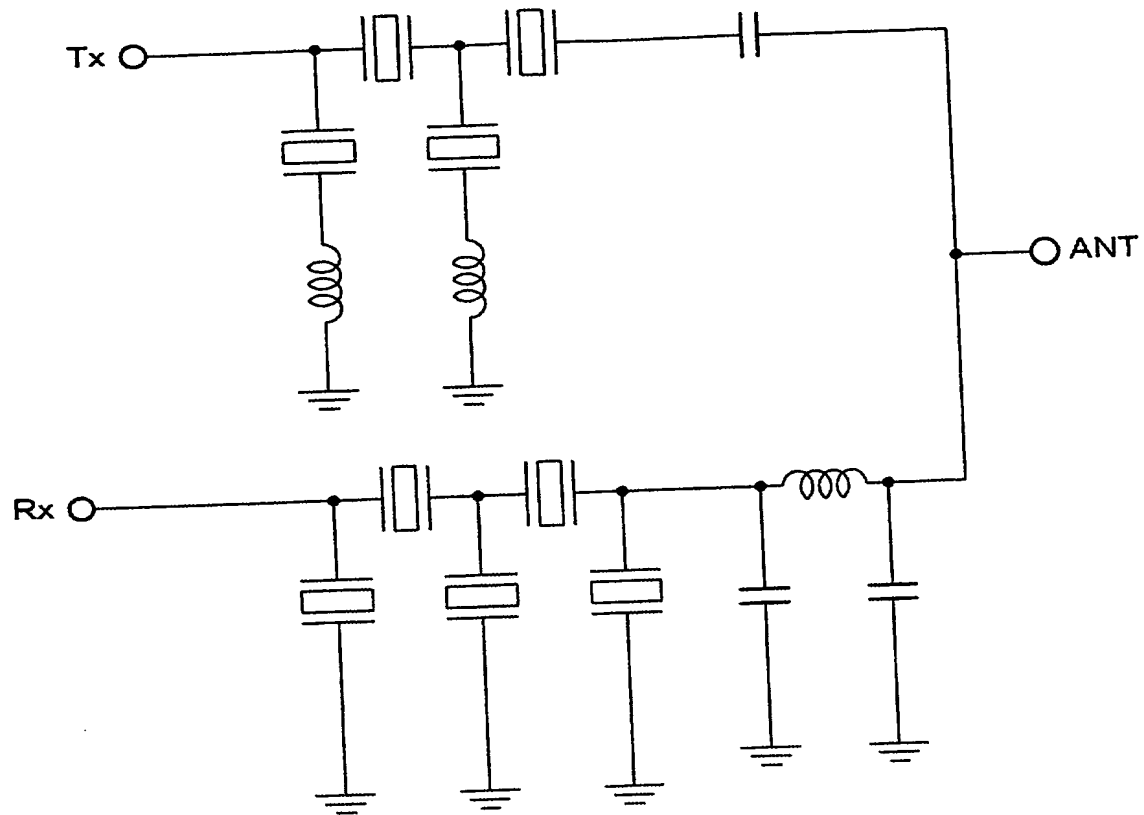
【図 12】



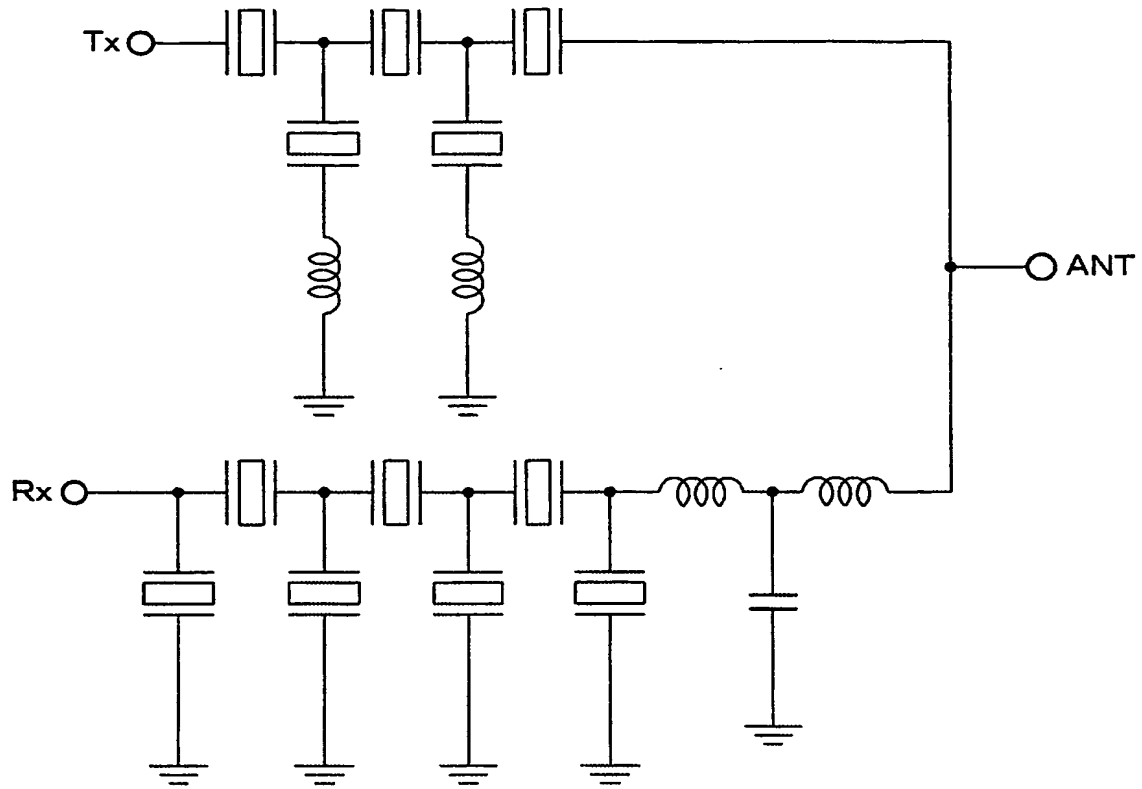
【図13】



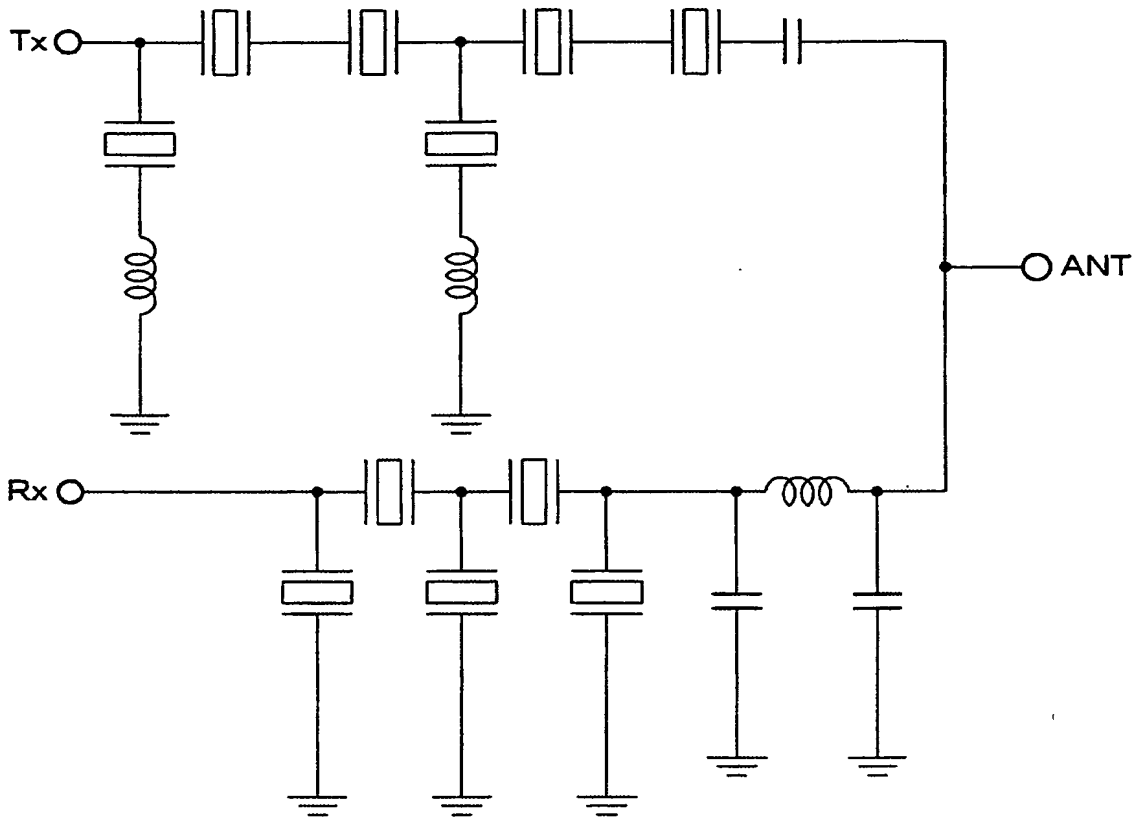
【図 14】



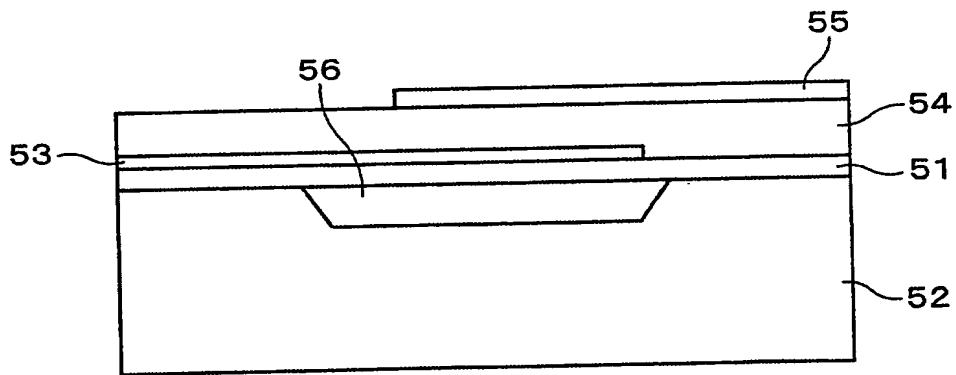
【図15】



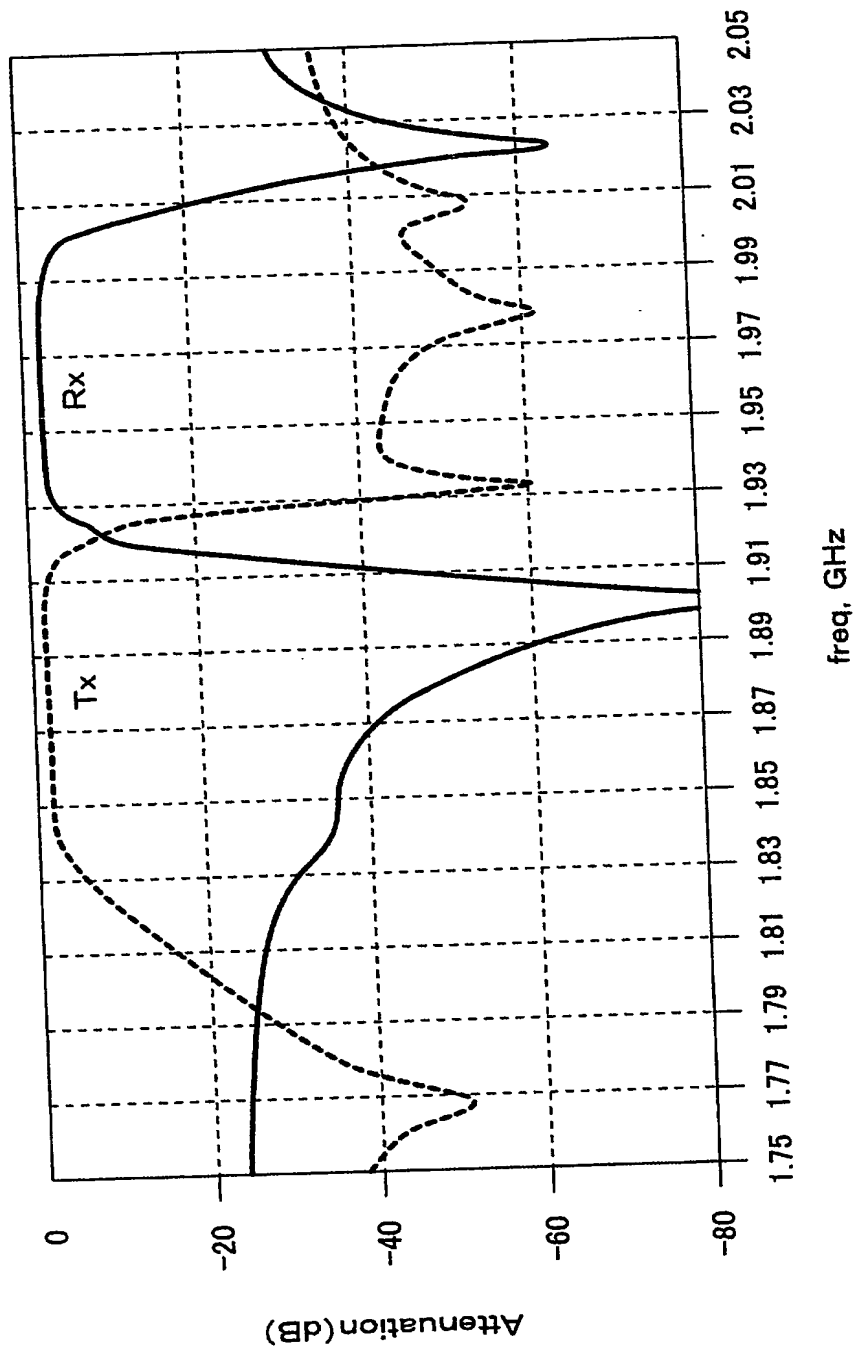
【図 16】



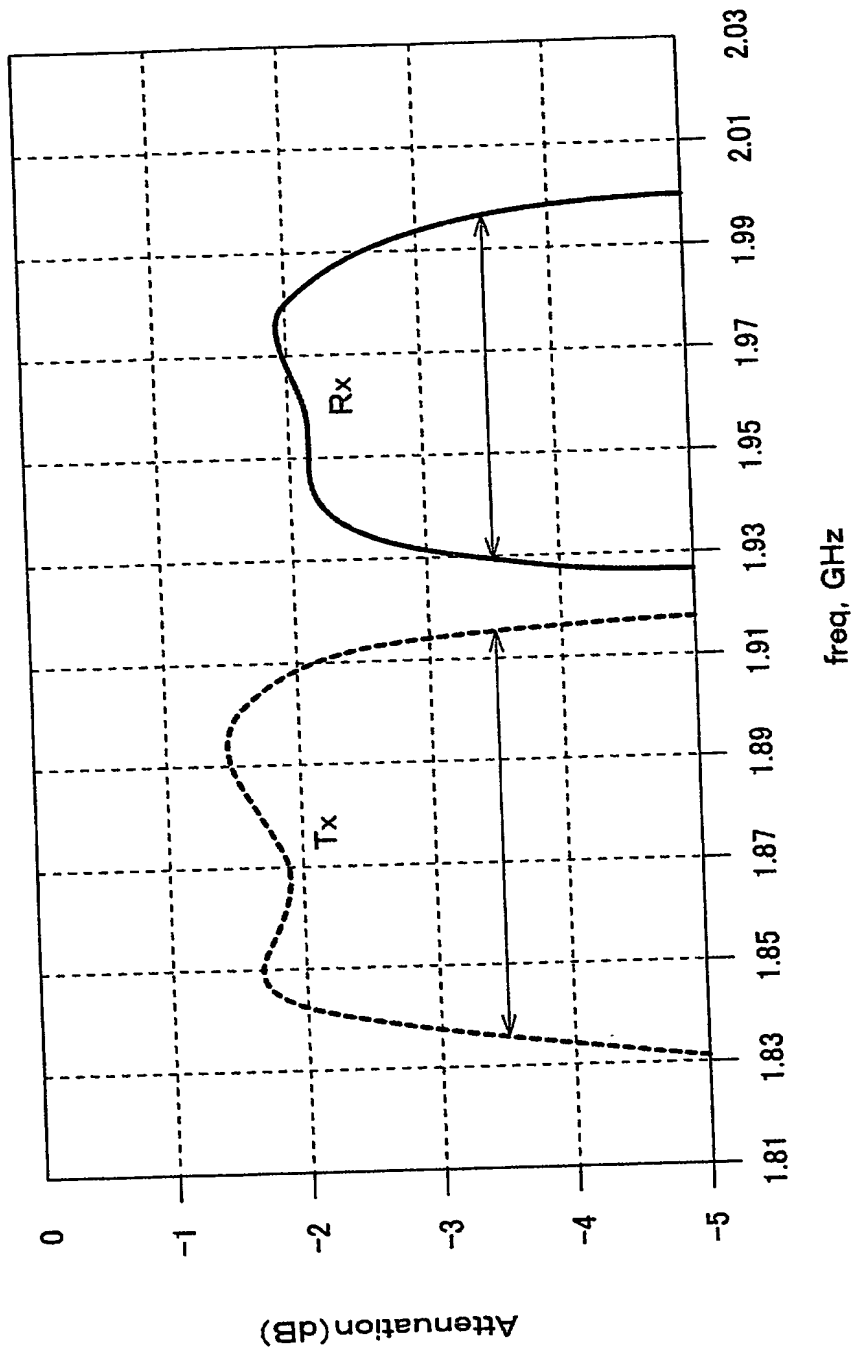
【図 17】



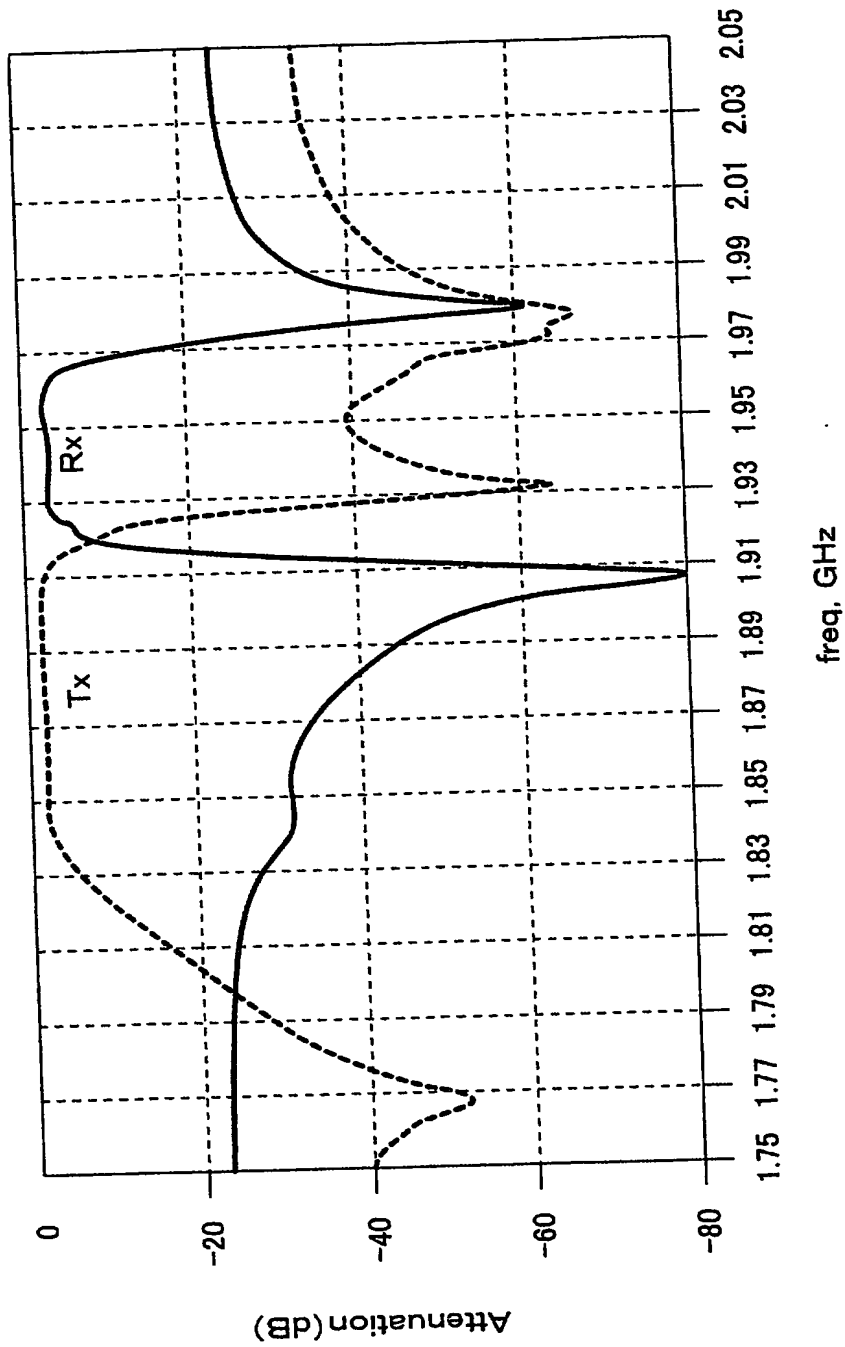
【図 18】



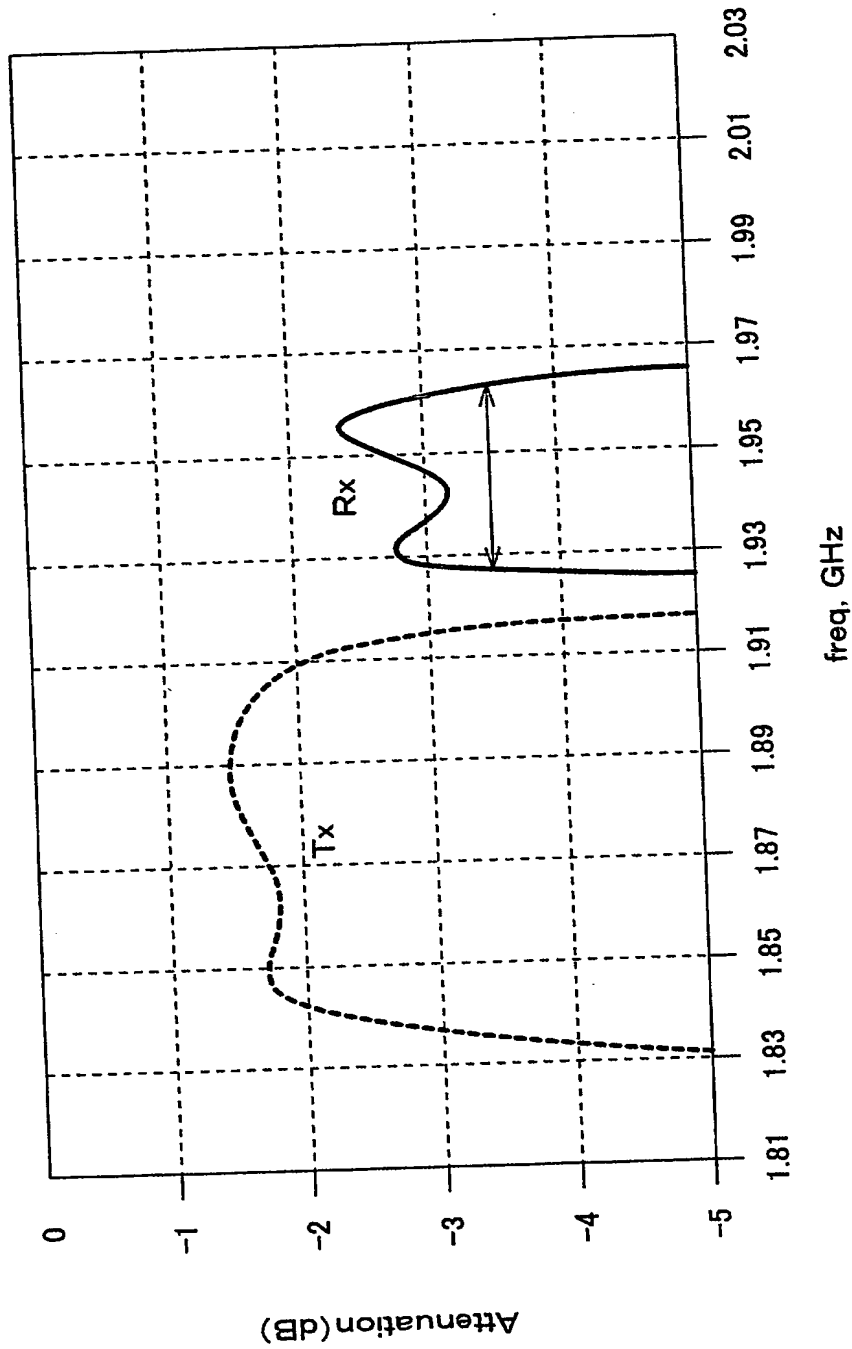
【図 19】



【図 20】



【図21】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 送信側フィルタおよび受信側フィルタの構成を最適化した、良好な特性を有する分波器を提供する。

【解決手段】 対向する電極で挟まれている圧電薄膜を有する圧電共振子 11a、11b、12a、12b、21a～21c、22a～22dが、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ 5 及び受信側フィルタ 5 を備え、該送信側フィルタ 5 と該受信側フィルタ 6 とをアンテナ端子 3 に並列接続している。前記送信側フィルタ 5 を構成する圧電共振子 11a、11b、12a、12b と、前記受信側フィルタ 6 を構成する圧電共振子 21a～21c、22a～22d とを互いに異ならせる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 2 5 6 7 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 2 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号

氏 名

株式会社村田製作所